

## 찰옥수수쌀의 품종별 이화학특성 및 취반특성

이유영<sup>†</sup> · 이춘기 · 이진석 · 김미정 · 김선림 · 김울호 · 박향미 · 김옥한 · 권영업 · 김성국

농촌진흥청 국립식량과학원

### Comparison on Physicochemical and Cooking Properties of Milled Kernel in Waxy Corn Hybrids

Yu Young Lee<sup>†</sup>, Choon-Ki Lee, Jin-Suk Lee, Mi-Jung Kim, Sun-Lim Kim, Yul-Ho Kim, Hyang Mi Park, Wook-Han Kim, Young-Up Kwon, and Sung Kook Kim

National Institute of Crop Science RDA Suwon 441-857, Korea

**ABSTRACT** Consumption of waxy corn is steadily increasing due to consumer preference for natural food. However, availability of waxy corn is limited because most of them are used for steamed waxy corn. It is therefore important to create new demands of waxy corn using food processing technology. There is little prior research about characteristics of milled kernel in waxy corn. This study examined the physicochemical and cooking properties of milled kernel using nine waxy corn hybrids. Colored hybrids (Heukjinju, Miheukchal, and Eolrukchal1) showed high milling yield and low change of grain length after milling process compared to other hybrids. The total starch content ranged from 62.1 to 68.4% and the gelatinization temperature of starch was lowest in Yeonnong1 (69.9°C). The breakdown viscosity of Yeonnong1, Miheukchal and Heukjinju was higher than those of tested hybrids, whereas setback viscosity of those hybrids was lower. In cooking properties of milled waxy corn, water absorption and volume expansion rate were high in Yeonnong2 (84.9, 219.3%), Miheukchal (85.9, 211.4%), and Heukjinju (80.9, 203.7%). In the sensory test, the overall preference was significantly higher in Heukjinju and Miheukchal. Thus, Heukjinju, Yeonnong2, and Miheukchal showed good scores in milling yield, cooking properties, and the preference of sensory test. These results will provide fundamental information to extend milled waxy corns usage.

**Keywords** : corn, milling corn, physicochemical, cooking quality

**옥수수**는 세계적으로 중요한 식량작물의 하나로서 이용면에서 사료용, 곡실용, 간식용으로 크게 구분할 수 있다. 사료용 옥수수는 곡실이 완전히 성숙하기 전 식물체와 함께 배어 담긴 사일리지 형태로 가축의 사료로 주로 이용되고 있으며, 곡실용 옥수수는 대부분 전분형태로 식품공업용, 제지용, 접착용 등 다양한 용도로 쓰이고 있다(Kim *et al.*, 2002). 국내에서는 찫옥수수로 주로 이용되는 찫옥수수를 수확 후 찌서 간식용으로 소비하거나 일부는 레토르트 형태로 가공 유통되고 있다.

최근 소비자는 건강을 위하여 유색미 등 기능성을 가진 천연식품에 대한 관심이 증대하고 있어, 찫옥수수의 소비량도 매년 증가하고 있으며, 농가에서는 소득 작물이라는 인식으로 찫옥수수 재배면적이 증가하고 있다(Lee *et al.*, 2006). 찫옥수수는 연간 1800억원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 재배면적은 1992년 12.8천ha 이었던 것이 2000년 14.1천ha, 2010년 15.5천ha로 지속적으로 증가하고 있다(Food, Agriculture, Forestry And Fisheries Statistical Year Book, 2010). 그러나 찫옥수수의 수확 시기는 매우 한시적이며 여름철 일시에 대량 생산되어 소비에 어려움을 겪기도 한다. 따라서 제한적인 수확시기를 극복하고 소비시장을 확대시키기 위한 새로운 용도 개발이 필요하다. 또한 옥수수는 식이섬유, 카로티노이드, 비타민 E인 토코페롤, 토코트리에놀 등 인체에 유용한 성분들을 함유하고 있고, 이와 같은 기능성 물질들은 항산화, 항암, 심혈관계질환, 안질환 개선 등에 효과가 있다고 보고되고 있어 천연식품으로 매우 유용한 소재라 할 수 있다(Kim *et al.*, 2000; Tang, 2010;

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6766 (E-mail) leey260@korea.kr  
<Received 5 September, 2013; Accepted 6 October, 2013>

Wang *et al.*, 1997).

국내 잡곡 시장은 웰빙식품, 기능성식품에 대한 선호도가 높아지면서 전국적으로 500억원 규모로 성장하였다. 콩, 옥수수, 조, 수수 등과 같은 잡곡에 대한 수요량은 2,248천톤이나 국내 생산량은 237천톤으로 2,011천톤이 도입되고 있다(National Institute of Crop Science, 2010). 이에 따라 10년 동안 잡곡사업을 하는 농협이 20곳에서 350곳으로 급속히 증가하였고, 잡곡단지 조성 및 지역특성화 사업추진으로 2008년 10개소 855ha 재배면적에서 2009년에는 12개소 2,000ha 로 증가하였고 2015년까지 40개소로 확대할 계획이다(Sung & Kwon, 2011). 예로부터 우리 식생활에는 보리, 조, 수수 등을 고루 섞은 잡곡밥을 이용해왔고, 잡곡밥 섭취는 비타민, 무기질, 식이섬유가 쌀의 2~3배 이상 함유되어 있어 영양상으로 좋은 식품으로 인식되어 왔다. 앞으로도 건강지향 식문화의 확산과 고령층의 증가로 잡곡의 잠재적 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 특히 찰옥수수는 국내에서 대부분 생산, 소비되어 수입산과의 차별성이 뚜렷하고, 다양한 품종들이 개발되어 있다. 따라서 본 연구는 찰옥수수의 이용성을 확대시키고자 찰옥수수를 도정하여 이화학적특성 및 취반특성 등 기초특성을 검정하고 혼반용으로 이용 가능한 최적 품종을 선발하고자 본 시험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료

본 연구에 사용된 찰옥수수 품종은 찰옥4호(CH4), 일미찰(IM), 연농1호(YN1), 연농2호(YN2), 미백2호(MB2), 얼룩찰1호(EL), 흑점2호(HJ2), 흑진주찰(HJJ), 미흑찰(MH)로 2010년~2011년 국립식량과학원 시험포장에서 재배하였다(Table 1). 찰옥수수는 4월 24일 파종하고, 재식거리는 70×25 cm(5,700주/10a)로 옥수수 표준재배법에 준하여 재배하였다. 출사 후 일수를 계산하여 출수 후 40일경 이삭을 수확하여 시료로 사용하였으며 이삭 개체간 변이를 줄이기 위

**Table 1.** Waxy corn hybrids used for comparing physico-chemical and cooking properties.

| Grain color              | hybrids   |
|--------------------------|---|
| White color              | Chalok4 (CH4), Ilmichal (IM), Yeonong1 (YN1), Mibaek2 (MB2) |
| Bi-color (white & black) | Eolrukchal1 (EL), Yeonong2 (YN2), Heugjeom2 (HJ2)           |
| Black color              | Heukjinjuchal (HJJ), Miheukchal (MH)                        |

하여 각 주 별로 출사한 날을 표시하여 이삭을 수확하였다. 수확한 이삭은 수분함량을 조사하여 10~11% 수준으로 일정하게 건조시켰다.

### 품종별 품위특성 및 도정

찰옥수수 도정은 연삭식으로 개조한 정미기(DK108, 대농기계)를 이용하여 도정하였으며, 도정수율은 도정 전 무게와 도정 후 무게의 비율로 계산하였고 2반복으로 측정하였다. 도정된 찰옥수수의 품위 특성 조사는 옥수수 낱알을 Caliper(Model CD-15CP, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용해 도정 전과 도정 후 장폭비, 백립중을 10반복으로 측정하였다.

### 도정된 찰옥수수의 이화학적 특성

도정을 위한 최종 수분함량은 건조기간동안 적외선수분함량측정기(AND MX-50 moisture analyzer, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl 방법(2300 Kjeltel analyzer unit, FOSS Tecator, Laurel, MD, USA), 조회분 함량은 550℃ 직접회화법(DS-84E-1, Dasol Sci.)으로 분석하였으며, 조섬유 함량은 조섬유 추출장치(Foss tecator, SE/2010, Fibertec.)를 이용하였다. 조지방함량은 Soxtec법(Soxtherm automatic extraction unit, Gerhardt, Germany)을 사용하여 측정하였다. 모든 분석값은 3반복으로 분석되었다. 색차(color & color difference) 측정은 Minolta CM-3500d(Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), 및 b(황색도)를 각각 10반복으로 측정하였으며, 이때 표준 백색판의 값은 각각 L=97.38, a=-0.02, b=1.66이었다. 백도는 백도계(C-300-3, Kett, Japan)를 이용하여 5반복으로 측정하였다.

안토시아닌 함량은 Yu *et al.*(2010)의 방법을 변형시켜 측정하였다. 분쇄된 시료 0.4g에 80% 메탄올 10 mL를 첨가하고 24시간 추출하였다. 이 추출물을 520 nm에서 측정 후 C3G(cyanidin-3-glycoside)를 표준용액으로 사용하여 검량선을 작성하였고, 이를 이용하여 시료 중 g 중의  $\mu\text{g}$ 으로 나타내었다.

### 전분함량 및 호화특성

총 전분함량은 Megazyme kit(A.O.A.C method 996.11, A.A.C.C Method 76.13)를 이용하여 측정하였고 호화도는 rapid visco analyzer(RVA-3D, Newport Australia)를 이용하여 Jung *et al.*(2001)방법으로 분석하였다. 호화도 측정을 위해 도정 옥수수를 믹서기(HMF-3100S, 한일)에 분쇄한 후 0.8 mm체를 통과한 시료 3g 칭량한 후 기기전용 알루미늄

늪관에 담고 증류수 25 ml 첨가한 후 교반 후 분석 하였으며 50°C에서 1분간 정치 후 3분 30초 동안 일정한 속도로 95°C까지 상승시키고, 3분간 유지 후 다시 4분간 50°C로 냉각하여 1분 30초 정치하는 조건으로 3반복으로 측정하였다. 이를 통해 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(hot viscosity), 최종점도(cool viscosity), 강하점도(breakdown), 치반점도(setback) 값을 얻었다.

### 취반특성 및 식미검정

찰옥수수 품종 간 취반특성을 비교하기 위해 취반 후 수분흡수율, 퍼짐성, 용출고형물, 경도를 Chun *et al.*(2005)의 방법을 변형하여 측정하였다. 도정된 찰옥수수 2g을 스테인레스 망에 넣은 후, 100 ml 비이커에 집어넣고 끓는 증류수 80 ml를 가하여 알루미늄 호일로 덮은 다음 150°C 건조기에 넣어 40분간 취반하였다. 취반된 시료가 든 비이커에서 옥수수가 든 취반망을 꺼내 규칙적으로 10회 정도 물기를 제거 후 여분의 물기가 빠지도록 10분간 방치한 후 경도측정을 위해 texture analyser(TZ-XT2)를 이용하여 10반복으로 측정하였다. TPA(texture profile analysis) 측정조건은 probe: 2 mm, graph type: force vs time, distance threshold: 0.5 mm, contact force: 5 g, pre test speed: 5 mm/s, post test speed: 5 mm/s, distance: 80%이었다. 호화에 따른 수분흡수율은 취반 전, 후의 중량을 비교하였고, 칭량이 끝난 시료를 20 ml의 증류수가 들어있는 50 ml 메스실린더에 넣어 취반 후 증가된 부피를 측정하여 취반 전 후의 부피차이로 퍼짐성을 계산하였다. 또한 시험관에 남은 용출액은 60°C 건조기에 넣고 유리수분이 대부분 증발되기까지 건조시킨 다음 105°C에서 1시간 건조시킨 후 데시게이터에 넣고 30분 냉각시킨 후 용출고형물을 측정하였다.

식미검정을 위해 품종별로 5개의 이삭을 20 L 스텐레스 용기에 물 2 L를 넣고 98~100°C의 상압에서 45분간 열을 가한 후 즉시 70~80°C 조건에서 보온을 유지하였다. 6시간 동안 상온에서 수분을 유지하면서 식힌 후 식미검정용으로 이용하였으며, 낱알상태의 옥수수도 위와 같은 조건으로 삶은 후 3시간 동안 시킨 후 이삭과 낱알상태를 동시에 식미검정을 수행하였다. 옥수수를 주로 연구하는 패널 12명을 선정하여, 9점 척도법을 이용하여 1은 아주나쁨, 3은 나쁨, 5는 보통, 7은 좋음, 9는 아주좋음으로 나타내어 평균값으로 표시하였다(Jung *et al.*, 2005).

### 통계분석

찰옥수수 품종별 이화학특성 및 취반특성의 측정결과는

통계처리 프로그램인 SAS 9.2(Statistical analysis system, Enterprise guide 4.3)를 이용하여 분산분석 후 평균간 비교(DMRT)를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 찰옥수수 품종별 도정수율 및 품위변화

찰옥수수 품종별 도정수율은 유색찰옥수수인 흑진주찰, 미흑찰, 얼룩찰이 상대적으로 높게 나타났으며 백색찰옥수수에서는 찰옥4호, 일미찰, 연농1호가 높았다(Fig. 1). 미백2호는 도정시 깨짐 현상이 많아 쇠립율이 증가하는 현상을 보였다.

도정전 품위특성을 보면 찰옥4호, 일미찰, 미백2호 품종이 길이가 길고, 너비는 일미찰, 연농1호, 연농2호, 찰옥4호 순이었으며, 두께는 연농1호, 연농2호, 일미찰, 찰옥4호가 두꺼워 유색 계통에 비해 백색 종실 계통이 낱알 크기가 큰 품종적인 특징을 그대로 나타내었다. 100립중은 일미찰, 연농2호가 32.9g, 31.7g으로 무거웠고 검정찰옥수수인 미흑찰, 흑진주찰이 25.4g, 21.6g으로 가장 적었다. 도정 후에는 미백2호의 길이가 가장 길었고, 연농2호를 제외한 품종들은 모두 차이를 보이지 않았다. 본래 유색 찰옥수수는 백색 찰옥수수에 비해 길이가 작으나 도정 후 유색 찰옥수수 품종인 흑진주찰, 미흑찰, 얼룩찰, 흑점2호의 길이가 백색 찰옥수수 품종과 차이가 없음을 알 수 있었다. 너비는 찰옥4호, 일미찰, 연농2호, 연농1호가 컸으며, 두께는 연농1호와 미백2호가 가장 두꺼웠다. 도정 후 100립중은 일미찰 > 연농1호, 찰옥4호 > 미백2호, 얼룩찰1호 순으로 나타났다(Table 2). 그중에서 연농2호, 흑점2호는 도정 전후의 길이변화가 가장 크고, 연농1호는 너비 변화가 크고, 연농2호와 일미찰은 두께의 변화가 컸다(Fig. 2). 도정 전후 100립중 변화도 연농2호가 가장 큰 것으로 나타났으며, 이는 낱알 모양이 도정시

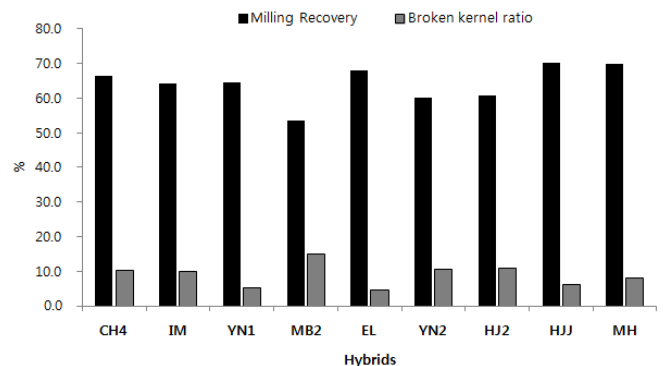
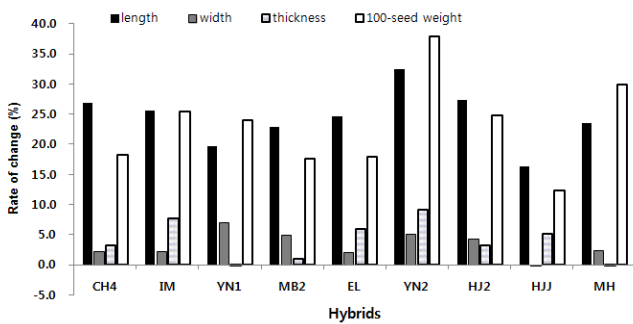


Fig. 1. Milling recovery and broken ratio of milled kernels.

**Table 2.** Changes of grain size, and weight of waxy corns after milling process.

| Hybrids | Before milling |            |                |                     | After milling |            |                |                     |
|---------|----------------|------------|----------------|---------------------|---------------|------------|----------------|---------------------|
|         | length (mm)    | width (mm) | thickness (mm) | 100-seed weight (g) | length (mm)   | width (mm) | thickness (mm) | 100-seed weight (g) |
| CH4     | 10.1 a         | 9.4 b      | 4.6 ab         | 28.3 b              | 7.4 ab        | 9.2 a      | 4.5 b          | 23.2 ab             |
| IM      | 10.1 a         | 10.1 a     | 4.5 ab         | 32.9 a              | 7.5 ab        | 9.9 b      | 4.2 cd         | 24.5 a              |
| YN1     | 9.0 d          | 9.7 ab     | 5.0 a          | 28.7 b              | 7.2 ab        | 9.0 b      | 5.1 a          | 23.4 ab             |
| MB2     | 10.0 a         | 8.6 c      | 4.3 b          | 26.9 bc             | 7.7 a         | 8.2 cd     | 4.3 c          | 22.1 b              |
| EL      | 9.9 ab         | 8.7 c      | 4.7 ab         | 27.4 bc             | 7.4 ab        | 8.5 c      | 4.4 b          | 22.5 b              |
| YN2     | 9.6 b          | 9.7 ab     | 5.0 a          | 31.7 a              | 6.5 c         | 9.2 b      | 4.5 b          | 19.7 c              |
| HJ2     | 9.7 ab         | 8.8 c      | 4.6 ab         | 26.7 bc             | 7.1 ab        | 8.4 c      | 4.4 b          | 20.0 c              |
| HJJ     | 9.0 cd         | 7.9 d      | 4.2 b          | 21.6 d              | 7.5 ab        | 7.9 d      | 4.0 d          | 18.9 cd             |
| MH      | 9.5 bc         | 8.3 cd     | 4.2 b          | 25.4 c              | 7.3 ab        | 8.1 cd     | 4.3 c          | 17.8 d              |
|         | **             | **         | *              | **                  | *             | **         | **             | **                  |

\*  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison test; moisture content: 10~11%; harvest time: 40 days after silking.



**Fig. 2.** Change in grain size, 100-seed weight of waxy corns after milling process.

많이 깎여 지는 형태를 가지는 것으로 보인다. 쌀에서는 가공용도에 따라 도정도가 달라지고, 이에 따른 외관품질과 이화학적 특성이 밀접한 관련을 맺고 있다고 하였다(Lee *et al.*, 2012, Perdon *et al.*, 2001, Yadav & Jindal, 2008). 본 연구에서는 10~11%의 수분조건에서 도정수율을 측정하였으며, 아직까지 찰옥수수 도정을 위한 최적의 도정기는 확립되어 있지 않다. 이에 따라 향후 찰옥수수도 가공이용성 증진을 위해 최적 도정도 등 도정과 관련된 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

**옥수수쌀의 품종별 일반성분, 백도, 색차 변화 및 안토시아닌 함량**

도정 후 지방, 단백질함량은 백색 찰옥수수가 유색 찰옥수수에 비해 전체적으로 높게 나타났으며, 조섬유, 회분 및 전분함량은 큰 차이를 나타내지 않았다(Table 3).

**Table 3.** Chemical properties of milled waxy corns.

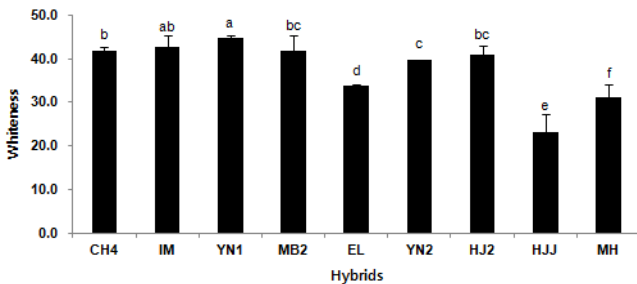
| Hybrids | Crude lipid (%) | Fiber (%) | Protein (%) | Ash (%) | Starch (%) |
|---------|-----------------|-----------|-------------|---------|------------|
| CH4     | 1.9 d           | 0.74 b    | 9.03 c      | 1.50 c  | 64.4 bc    |
| IM      | 2.2 b           | 0.61 cd   | 9.39 b      | 1.56 c  | 62.9 c     |
| YN1     | 2.2 b           | 0.63 bcd  | 9.95 a      | 2.05 a  | 56.2 d     |
| MB2     | 2.9 a           | 0.84 a    | 9.01 c      | 1.70 b  | 62.1 c     |
| EL      | 1.7 e           | 0.70 bc   | 8.40 d      | 1.23 d  | 64.4 bc    |
| YN2     | 1.6 f           | 0.68 bc   | 7.93 e      | 1.49 c  | 68.4 a     |
| HJ2     | 1.4 g           | 0.67 bc   | 9.45 b      | 1.16 d  | 66.7 ab    |
| HJJ     | 2.1 c           | 0.62 cd   | 8.97 c      | 1.47 c  | 64.0 c     |
| MH      | 1.6 f           | 0.71 b    | 8.47 d      | 1.2 d   | 62.5 c     |

도정 전 후의 색차변화를 측정하였을 때 도정 후 모든 품종에서 L 값은 증가하나 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 백색 찰옥수수 품종에서는 감소하지만, 유색 찰옥수수 품종에서는 전체적으로 증가하는 경향을 보였다. 백색 찰옥수수 품종은 도정전후 모두 L값이 품종 간 차이가 없었으나 a값은 도정 전에는 품종 간 차이를 보였으나 도정 후에는 차이가 없어지는 특징을 보였다. b값은 a값과 반대의 경향을 나타내었다. 특히 백색 찰옥수수인 연농1호가 이 가장 낮아 도정 후 색상이 가장 밝은 것으로 나타났다. 백색과 검정색이 섞인 유색 찰옥수수 품종은 도정후 a값의 변화를 보였으나 L, b값은 품종 간 차이가 없었다. 검정 찰옥수수인 흑진주찰과 미흑찰은 도정 전에는 a값에서만 차이를 보였으나 도정 후에는 L, a값에서 모두 차이를

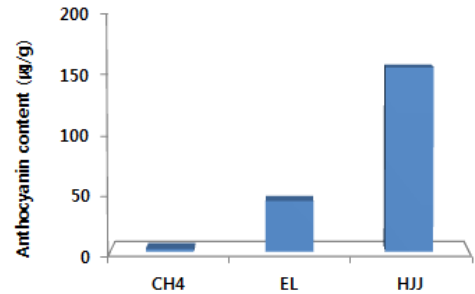
**Table 4.** Color characteristics in milled waxy corns.

| Hybrids | Before milling |           |           | After milling |            |           |
|---------|----------------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|
|         | L              | a         | b         | L             | a          | b         |
| CH4     | 64.1±1.0a      | 2.5±0.3ab | 16.8±0.4a | 73.0±0.1a     | 1.1±0.2d   | 15.7±0.3a |
| IM      | 64.4±1.0a      | 2.8±0.2a  | 17.0±0.7a | 74.2±0.7a     | 1.2±0.2d   | 15.7±1.2a |
| YN1     | 64.9±1.0a      | 2.3±0.3ab | 17.0±0.5a | 75.05±0.6a    | 0.75±0.4d  | 13.7±0.6b |
| MB2     | 64.6±0.7a      | 2.8±0.3a  | 18.0±0.2a | 74.3±0.6a     | 1.0±0.3d   | 15.7±0.4a |
| EL      | 49.4±3.8c      | 1.5±0.8b  | 10.4±2.3b | 62.7±3.8c     | 2.2±0.9bc  | 11.6±1.6c |
| YN2     | 50.4±4.1c      | 1.6±0.5b  | 10.8±3.1b | 59.3±5.0c     | 2.4±0.6c   | 9.1±1.7c  |
| HJ2     | 54.8±5.0b      | 1.7±1.0b  | 11.7±2.6b | 67.6±2.2b     | 1.55±0.7cd | 10.8±1.3c |
| HJJ     | 36.5±3.4d      | 0.3±0.7c  | 5.1±1.1c  | 49.4±3.1e     | 3.2±0.5a   | 6.3±1.2d  |
| MH      | 39.0±1.4d      | 1.6±0.1b  | 5.5±0.8c  | 55.1±3.2d     | 2.5±0.6ab  | 5.8±1.2d  |
|         | *              | **        | **        | **            | **         | **        |

\*  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison test; L: lightness, a: redness, b: yellowness.



**Fig. 3.** Whiteness of milled waxy corns.



**Fig. 4.** Anthocyanin content of milled waxy corns.

나타내었고, 특히 흑진주찰은 도정 후 L, a값이 가장 낮았다(Table 4).

백도값은 백색 찰옥수수 품종에서는 연농1호 > 일미찰 > 찰옥4호, 미백2호 순이었으며, 유색 찰옥수수 품종은 상대적으로 백도값이 현저하게 낮았으며(Fig. 3), 특히 흑진주찰, 미흑찰은 가장 낮은 값을 얻었다. 이는 도정 후 색차변화화도 일치하는 결과로 유색 찰옥수수 품종은 도정 후에도 안토시아닌 색소가 많이 남아있는 것으로 보였다. 따라서 도정된 흑진주찰의 안토시아닌 색소함량을 측정하였을 때 백색종실인 찰옥4호는 안토시아닌 색소가 거의 없고, 얼룩찰1호는 42.5 µg/g, 흑진주찰은 154.1 µg/g 이 함유되어 있었다(Fig. 4). 흑진주찰의 안토시아닌 색소함량은 1075 µg/g 으로 보고되어 있으나(Jung *et al.*, 2009) 본 시험에서 도정된 흑진주찰의 옥수수쌀 내 안토시아닌 함량은 도정 전 원곡의 7% 수준으로 나타났다. 따라서 도정 후에도 안토시아닌 색소가 남아 있어 기능성 색소가 함유된 취반용 옥수수쌀로 이용이 가능 할 것으로 판단된다.

**옥수수쌀의 품종별 호화, 취반특성 및 경도**

옥수수쌀을 취반용으로 이용하기 위한 기초특성으로 전분 및 취반관련특성을 분석하였다. 옥수수쌀의 총 전분함량은 62.1~68.4% 이었으며, 연농2호, 흑점2호가 가장 높고, 미백2호와 미흑찰이 낮았다. Rapid visco analyzer를 통한 호화양상 측정시 강하점도는 호화 중 열, 전단에 대한 저항성과 높은 상관관을 보이고, 최종점도는 밥을 했을 때 식미를 느끼는 점도로 낮을수록 부드러움을 느끼게 되고, 치반점도는 전분의 노화 경향을 반영하는 것으로 간접적으로 전분의 호화특성을 예측할 수 있는 값이다(Chun *et al.*, 2005). 호화개시온도는 연농1호와 미흑찰이 낮아 취반시 가장 낮은 온도에서 호화가 시작되는 것으로 판단되며, 연농1호, 흑진주찰, 미흑찰은 최종점도와 치반점도가 낮고, 상대적으로 강하점도가 높아 호화특성이 양호한 것으로 나타났다(Table 5). 이러한 아밀로그램 특성중 강하점도가 찰옥수수계통에서 식미의 전체 기호성과 부의 상관관을 가지고 있다고 하였으나(Junge *et al.*, 2001), 아밀로그램은 대체적으로 식미와는 상관관계를 보이지 않고, 경도, 과피두께와 같은 물

**Table 5.** Comparison of pasting properties of milled waxy corns flours by rapid visco analyzer.

| Hybrids | Peak viscosity (RVU) | Breakdown viscosity (RVU) | Final viscosity (RVU) | Setback viscosity (RVU) | Initial pasting temp. (°C) |
|---------|----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| CH4     | 75.9±0.8 c           | 0.9±0.4 bc                | 92.5±1.3 c            | 16.6±1.0 ab             | 70.0±0.2 b                 |
| IM      | 69.5±1.6 d           | -0.1±0.2 c                | 92.9±1.3 c            | 23.4±0.5 ab             | 70.7±0.4 b                 |
| YN1     | 58.5±1.4 f           | 5.3±0.6 a                 | 81.0±1.6 d            | 22.5±0.4 bc             | 69.9±0.3 d                 |
| MB2     | 74.6±2.2 c           | 0.7±0.4 bc                | 98.8±1.6 b            | 24.2±0.8 a              | 71.1±0.3 ab                |
| EL      | 88.6±0.8 a           | 0.4±0.3 bc                | 109.9±1.7 a           | 21.3±0.9 cd             | 71.3±0.0 a                 |
| YN2     | 43.8±2.5 g           | -0.1±0.2 c                | 66.8±2.8 e            | 22.9±0.8 ab             | 72.1±0.8 a                 |
| HJ2     | 67.0±0.7 e           | -0.1±0.1 c                | 90.5±1.0 c            | 23.5±0.3 ab             | 71.5±0.2 a                 |
| HJJ     | 48.7±0.6 g           | 2.8±0.2 b                 | 70.0±0.7 e            | 21.3±0.5 cd             | 70.6±0.2 b                 |
| MH      | 79.6±1.3 b           | 3.4±0.5 ab                | 100±1.8 b             | 20.4±0.5 e              | 70.3±0.2 c                 |
|         | **                   | **                        | **                    | **                      | **                         |

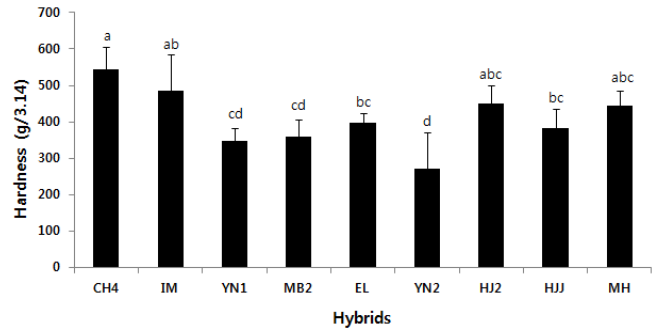
\*  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison test.

**Table 6.** Comparison of cooking properties of milled waxy corns.

| Hybrids | Water absorption rate (%) | Volume expansion (%) | Soluble solid (%) |
|---------|---------------------------|----------------------|-------------------|
| CH4     | 64.9 c                    | 190.2 bc             | 3.5 a             |
| IM      | 76.9 b                    | 190.6 bc             | 4.1 a             |
| YN1     | 79.9 ab                   | 187.9 c              | 3.6 a             |
| MB2     | 74.7 b                    | 185.3 c              | 3.2 a             |
| EL      | 76.1 b                    | 189.6 c              | 2.7 a             |
| YN2     | 84.9 a                    | 219.3 a              | 3.1 a             |
| HJ2     | 73.8 b                    | 187.5 c              | 2.7 a             |
| HJJ     | 80.9 ab                   | 203.7 ab             | 3.2 a             |
| MH      | 85.9 a                    | 211.4 a              | 4.1 a             |
|         | **                        | **                   | ns                |

\*  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison test.

리적인 특성과 정의 관련성을 보이는 것으로 보고되어 있기도 하다(Junge *et al.*, 2005). 옥수수쌀은 주로 보리쌀이나 쌀 등과 같이 취반 후 이용하기 때문에 일정한 가수량과 온도 조건에서 일정시간 가열하였을 때 호화에 따른 수분흡수와 부피팽창 등의 취반특성이 매우 중요한 특성이라 할 수 있다. 유색 찰옥수수인 연농2호, 미흑찰, 흑진주찰이 다른 품종에 비해 수분흡수율이 84.9, 85.9, 80.9%로 높았고, 퍼짐성이 219.3, 211.4, 203.7%로 높았다(Table 6). 용출고형물에서는 품종 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 백색 찰옥수수 품종에서는 연농1호가 수분흡수율이 가장 높았고, 퍼짐성은 찰옥4호, 일미찰이 양호하였다. 취반 후 옥수수쌀의 조직감을 측정하기 위한 경도 측정시 연농2호, 연농1호, 미

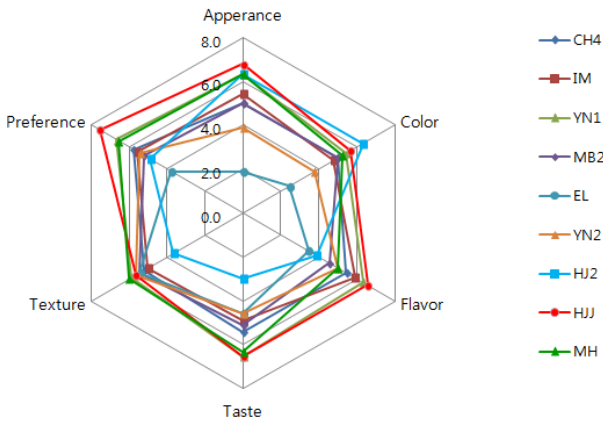


**Fig. 5.** Hardness of milled waxy corns.

백2호, 흑진주찰, 얼룩찰이 다른 품종에 비해 경도값이 낮아 취반 후 식감이 부드러운 특성을 가지는 것으로 나타났다(Fig. 5).

### 옥수수쌀의 취반후 식미평가

식미평가는 국립식량과학원에 근무하며 옥수수 관능평가 경험이 있는 12명의 훈련된 패널을 통해 평가하였다. 검정찰옥수수인 흑진주찰이 외관, 전체기호도에서 가장 높은 선호도를 얻었으며, 맛과 냄새, 색깔에서도 높은 점수를 얻었다. 미흑찰이 흑진주찰 다음으로 외관, 전체기호도, 맛과 색깔에서 높은 선호도를 얻었으며, 흑점2호는 색깔과 외관에서 높은 기호성을 보였지만, 식감과, 맛에서 약간 낮은 선호도를 보였다(Fig. 6). 취반 후 식미평가에서 유색을 띄는 품종들의 선호도가 높았는데, 이는 취반용으로 이용 시 일반적으로 하얀 쌀밥과 섞어서 먹기 때문에 색상이나 기능성이 차별화 되는 것을 선호하기 때문인 것으로 보여진다. 백색찰옥수수 품종들 중에서는 연농1호가 외관, 색깔, 맛, 전체



**Fig. 6.** Comparison on sensory evaluation scores of milled waxy corns.

기호도에서 가장 높은 선호도를 얻었다.

이러한 결과를 바탕으로 취반용 옥수수로 이용하기 위한 찰옥수수는 흑진주찰, 연농2호, 미흑찰이 다른 품종에 비해 호화양상이 양호하고, 취반특성이 좋으며, 식미평가에서도 선호도가 높았다. 또한 도정 후에도 안토시아닌 색소가 남아있어, 콩을 기피하는 어린이를 위한 기능성 밥밀용 잡곡으로 이용할 수 있으며, 옥수수 과피로 인한 불량한 식감이 제거되어 단팔죽용, 샐러드 첨가용, 유아기용 이유식 등 다양한 음식의 부재료로도 활용 가능할 것으로 보인다. 새로운 용도 개발을 위한 옥수수쌀 가공기술과 혼반용으로 적합한 품종 선별은 소비자가 연중 찰옥수수의 맛을 느낄 수 있고 외국산과 차별화된 국내 시장 수요를 확대시키는데 기초적인 자료를 제공할 것이다.

**적 요**

본 연구에서는 밥밀용 잡곡으로 이용하기 위한 찰옥수수를 도정하여 이화학특성 및 취반특성에 관련된 연구를 수행하여 얻어진 결과를 보고하고자 한다.

1. 도정수율은 유색 찰옥수수인 흑진주찰, 미흑찰, 얼룩찰이 다른 품종에 비해 상대적으로 높았으며, 백색 찰옥수수 품종에서는 찰옥4호, 일미찰, 연농1호가 높았다.
2. 도정 전 후의 색차변화를 측정하였을 때 도정 후 모든 품종의 L 값은 증가하고 a값은 백색 찰옥수수 품종에서는 감소하지만, 유색 찰옥수수 품종에서는 전체적으로 증가하는 경향을 보였으며, 흑진주찰은 도정 후 L, a값이 가장 낮았다.
3. 옥수수쌀의 안토시아닌 색소함량을 측정하였을 때 흑

진주찰은 154.1  $\mu\text{g/g}$ , 얼룩찰1호는 42.5  $\mu\text{g/g}$  함유되어 있었다.

4. 옥수수쌀 전분의 호화양상을 측정하였을 때 연농1호, 미흑찰은 호화개시온도가 가장 낮았으며, 연농1호, 흑진주찰, 미흑찰은 최종점도와 치반점도가 낮고, 상대적으로 강하점도가 높아 호화특성이 양호한 것으로 나타났다.
5. 취반 후 연농2호, 미흑찰, 흑진주찰이 다른 품종에 비해 수분흡수율, 퍼짐성이 높고, 연농2호, 연농1호, 미백2호, 흑진주찰, 얼룩찰이 다른 품종에 비해 경도값이 낮았다.
6. 취반 후 식미평가에서 흑진주찰 > 미흑찰 > 흑점2호 순으로 높은 기호성을 보였다.
7. 종합적인 결과를 바탕으로 흑진주찰, 연농2호, 미흑찰 품종이 취반용 옥수수쌀로 알맞은 특성을 가지는 것으로 나타났다.

**사 사**

본 시험은 농촌진흥청 국립식량과학원의 시험연구비(PJ008696)에 의해 수행되었다.

**인용문헌**

Chun, A., J. Song, H. C. Hong, and J. R. Son. 2005. Improvement of cooking properties by milling and blending in rice cultivar Goami 2. *Korean J. Crop Sci.* 50(S) : 88-93.

Food, Agriculture, Forestry And Fisheries Statistical Year Book. 2010. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea.

Jung T. W., H. G. Moon, S. W. Cha, S. L. Kim, S. K. Kim, and B. Y. Son. 2001. Comparison of grain quality characteristics in waxy corn hybrids with a white and a black colored pericarp. *Korean J. Breed.* 33(1) : 40-44.

Jung, T. W., S. L. Kim, H. G. Moon, B. Y. Son, S. J. Kim, and S. K. Kim. 2005. Major characteristics related to eating quality in waxy corn hybrids. *J. Crop Sci.* 50(S) : 152-160.

Jung, T. W., S. Song, B. Y. Son, J. Kim, S. B. Baek, C. K. Kim, S. L. Kim, S. J. Kim, S. K. Kim, K. J. Park, H. M. Shin, and C. S. Huh. 2009. A black waxy hybrid corn, "Heukjinjuchal" with good eating quality. *Korean J. Breed. Sci.* 41(4) : 599-602.

Kim, S. L., H. G. Moon, and Y. H. Ryu. 2002. Current status and prospect of quality evaluation in maize. *J. Crop Sci.* 47(S) : 107-123.

Kim, S. L., J. J. Hwang, J. C. Song, and K. H. Jung. 2000. Extraction, Purification and Quantification of Anthocyanins in Colored Rice, Black, Soybean and Black Waxy Corn.

- Korean J. Breed. 32(2) : 146-152.
- Lee, J. S., N. B. Park, J. H. Lee, J. H. Cho, Y. J. Won, H. M. Park, A. Chun, J. K. Jang, W. G. Hwa, G. H. Yi, and U. S. Yeo. 2012. Optimum milling degree for improving sensory quality of cooked rice. Korean. J. Crop Sci. 57(4) : 359-364.
- Lee, H. B., B. Y. Park, H. C. Ji, J. W. Cho, S. H. Kim, E. K. Mo, and M. R. Lee. 2006. Antioxidant activity and agronomic characteristics of colored waxy corns. Korean J. Crop Sci. 51(S) : 179-184.
- National Institute of Crop Science., Department of Functional Crop. 2010. Symposium of activation minor cereals industry. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Perdon, A. A., T. J. Siebenmorgen, A. Mauromoustakos, V. J. Griffin, and E. R. Johnson. 2001. Degree of milling effect on rice pasting properties. Cereal Chem. 78 : 205-209.
- Sung, M. H. and D. H. Kwon. 2011. Survey on the distribution of minor cereals. Policy Research Report. Korea Rural Economic Institute. p. 145.
- Tang, G. 2010. Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. Am. J. Clin. Nutr. 91(S) : 1468S-1473S.
- Wang H., G. Gao, and R. L. Prior. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanin. Agric, Food Chem. 45 : 304-309.
- Yadav B. K. and V. K. Jindal. 2008. Changes in head rice yield and whiteness during milling of rough rice (*Oryza sativa* L.) J. Food Eng. 86 : 113-121.
- Yu, M. H., E. O. Kim, and S. W. Choi. 2010. Quantitative changes of hydroxycinnamic acid derivatives and anthocyanin in corn (*Zea mays* L.) according to cultivars and heat processes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39(6) : 843-852.